



Hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as First Class Mail in an envelope addressed to the Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450 on the date indicated below.

By: Markus Noll Date: October 21, 2003

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applic. No. : 10/670,664
Applicant : Albrecht Mayer
Filed : September 25, 2003

Docket No. : J&R-1125
Customer No. : 24131

CLAIM FOR PRIORITY

Commissioner for Patents,
P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Claim is hereby made for a right of priority under Title 35, U.S. Code, Section 119, based upon the German Patent Application 102 44 922.8, filed September 25, 2002.

A certified copy of the above-mentioned foreign patent application is being submitted herewith.

Respectfully submitted,

Markus Noll
For Applicant

MARKUS NOLFF
REG. NO. 37,033

Date: October 21, 2003

Lerner and Greenberg, P.A.
Post Office Box 2480
Hollywood, FL 33022-2480
Tel: (954) 925-1100
Fax: (954) 925-1101

/av



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 44 922.8

Anmeldetag: 25. September 2002

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG,
München/DE

Bezeichnung: Programmgesteuerte Einheit und Verfahren
zum Debuggen von von einer programmge-
steuerten Einheit ausgeführten Programmen

IPC: G 06 F 1/26

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ur-
sprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 18. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, likely belonging to the official representing the German Patent and Trademark Office.

102 44 922.8

Beschreibung

Programmgesteuerte Einheit und Verfahren zum Debuggen von von einer programmgesteuerten Einheit ausgeführten Programmen

5

Die vorliegende Erfindung betrifft eine Vorrichtung gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren gemäß dem Oberbegriff des Patentanspruchs 19, d.h. eine programmgesteuerte Einheit mit einem OCDS-Modul, und ein Verfahren zum Debuggen von Programmen, die durch eine programmgesteuerte Einheit ausgeführt werden, welche ein OCDS-Modul enthält und mit einem externen Debugger verbunden ist, wobei das OCDS-Modul durch den Debugger steuerbar ist, und wobei es von der Ansteuerung des OCDS-Moduls durch den Debugger abhängt, welche Aktionen das OCDS-Modul ausführt.

15

Die in Rede stehenden programmgesteuerten Einheiten sind beispielsweise Mikroprozessoren, Mikrocontroller und dergleichen; sie sind seit vielen Jahren in den unterschiedlichsten Ausführungsformen bekannt und bedürfen keiner näheren Erläuterung.

20

Die besagten OCDS-Module sind die sogenannten On-Chip-Debug-Support-Module, die mittlerweile in fast allen neueren programmgesteuerten Einheiten integriert werden. Über derartige Einrichtungen können externe Debugger während des "normalen" Betriebes der betreffenden programmgesteuerten Einheiten in mannigfaltiger Weise auf diese zugreifen und Einfluß nehmen.

25

Der Aufbau einer Anordnung bei welcher ein ein OCDS-Modul enthaltender Mikrocontroller mit einem externen Debugger verbunden ist, ist in Figur 3 veranschaulicht.

30

In der in der Figur 3 gezeigten Anordnung sind der Mikrocontroller mit dem Bezugszeichen PGE, und der externe Debugger mit dem Bezugszeichen D bezeichnet.

35

Der Mikrocontroller PGE enthält einen Core C, ein mit dem Core C und gegebenenfalls weiteren Mikrocontroller-Komponenten verbundenes OCDS-Modul OCDS, Speichereinrichtungen S1 bis Sn, Peripherieeinheiten P1 bis Pm, und interne Busse BUS1 und BUS2, von welchen der erste Bus BUS1 den Core C und die Speichereinrichtungen S1 bis Sn miteinander verbindet, und der zweite Bus BUS2 den Core C und die Peripherieeinheiten P1 bis Pm miteinander verbindet.

Der Mikrocontroller PGE weist darüber hinaus eine Vielzahl von Ein- und/oder Ausgabeanschlüssen IO auf, über welche die programmgesteuerte Einheit mit Strom versorgt wird, und über welche von den Mikrocontroller-Komponenten an externe Systemkomponenten auszugebende Daten, und dem Mikrocontroller von externen Systemkomponenten zugeführte Daten transferiert werden.

Die Ein- und/oder Ausgabeanschlüsse IO sind über interne Leitungen oder Busse mit jeweils zugeordneten Mikrocontroller-Komponenten verbunden. Von diesen Leitungen sind in der Figur 3 nur die Leitungen gezeigt, über welche das OCDS-Modul OCDS mit den Ein- und/oder Ausgabeanschlüssen verbunden ist, an die der externe Debugger D angeschlossen ist.

Der Mikrocontroller PGE, genauer gesagt das OCDS-Modul OCDS desselben ist im betrachteten Beispiel über vier Ein- und/oder Ausgabeanschlüsse IO und vier Leitungen DL1 bis DL4 mit dem Debugger verbunden.

Die Schnittstelle, über welche der Mikrocontroller PGE mit dem Debugger verbunden ist, ist beispielsweise ein JTAG-Interface, kann aber auch ein beliebiges anderes Interface sein, beispielsweise ein USB-Interface, ein Ethernet-Interface, eine "normale" serielle oder parallele Schnittstelle, etc. Dementsprechend kann auch die Anzahl der Ein- und/oder Ausgabeanschlüsse IO sowie die Anzahl der externen Verbindungsleitungen zum Debugger D variieren.

Der Debugger D wird beispielsweise durch einen Personal Computer gebildet.

- 5 Der Debugger sendet über die Leitungen DL1 bis DL4 und die damit verbundenen Ein- und/oder Ausgabeanschlüsse IO im folgenden als Steuerinformationen bezeichnete Daten und/oder Steuerbefehle an das OCDS-Modul, und erhält vom OCDS-Modul angeforderte Daten zurück.

10

Durch die zum OCDS-Modul übertragenen Steuerinformationen wird das OCDS-Modul in den Zustand versetzt, den es innehaben muß, damit es die von ihm erwarteten Aktionen ausführt; die vom OCDS-Modul auszuführenden Aktionen werden vom Benutzer
15 des Systems durch entsprechende Eingaben in den Debugger festgelegt.

20

Das OCDS-Modul kann durch den Debugger beispielsweise, aber bei weitem nicht ausschließlich dazu veranlaßt werden, daß es den Mikrocontroller beim Eintreten einer durch den Benutzer vorgegebenen Bedingung anhält und/oder durch den Benutzer vorgegebene Lese- und/oder Schreibzugriffe auf die internen und externen Register, Speicher und/oder andere Komponenten des Mikrocontrollers und/oder des diesen enthaltenden Systems
5 durchführt.

Dadurch können während des Betriebes der programmgesteuerten Einheit auftretende Fehler lokalisiert und behoben werden.

30

Obgleich durch das Debuggen in erster Linie Fehler in von der programmgesteuerten Einheit ausgeführten Programmen lokalisiert und behoben werden können, also genau genommen ein Debuggen von durch die programmgesteuerte Einheit ausgeführten Programmen erfolgt, wird im folgenden der Einfachheit halber
35 immer von einem Debuggen der programmgesteuerten Einheit gesprochen.

Sowohl OCDS-Module als auch externe Debugger sind seit langem und in einer großen Vielzahl von Ausführungsformen bekannte Einrichtungen für die Suche nach vorhandenen Software- und/oder Hardwarefehlern in programmgesteuerten Einheiten, so daß auf eine detailliertere Beschreibung verzichtet werden kann.

Durch die OCDS-Module werden die (relativ einfach aufgebauten) externen Debugger zu sehr mächtigen Werkzeugen, durch welche selbst sehr kompliziert aufgebaute und/oder sehr schnell arbeitende programmgesteuerte Einheiten effizient und umfassend überwacht und überprüft werden können.

Durch Anordnungen der in der Figur 3 gezeigten Art können jedoch nicht alle Fehler lokalisiert und behoben werden, die in programmgesteuerten Einheiten oder programmgesteuerte Einheiten enthaltenden Systemen auftreten können. Insbesondere ist es nicht möglich, Fehler zu lokalisieren zu beheben, die unmittelbar nach der Inbetriebnahme der programmgesteuerten Einheit auftreten, weil es einige Zeit dauert, bis das OCDS-Modul zurückgesetzt ist und vom Debugger wunschgemäß angesteuert werden kann.

Der vorliegenden Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, eine Möglichkeit zu finden, durch welche unter Verwendung einer Anordnung der in der Figur 3 gezeigten Art auch solche Fehler in programmgesteuerten Einheiten oder programmgesteuerte Einheiten enthaltenden Systemen lokalisierbar und behebbar sind, die unmittelbar nach der Inbetriebnahme der programmgesteuerten Einheit auftreten.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die in Patentanspruch 1 beanspruchte programmgesteuerte Einheit bzw. durch das in Patentanspruch 19 beanspruchte Verfahren gelöst.

Die erfindungsgemäße programmgesteuerte Einheit zeichnet sich dadurch aus, daß sie erste Versorgungsspannungsanschlüsse zum

Anlegen einer ersten Versorgungsspannung an die programmgesteuerte Einheit, und zweite Versorgungsspannungsanschlüsse zum Anlegen einer zweiten Versorgungsspannung an die programmgesteuerte Einheit aufweist, und daß das komplette OCDS-Modul oder ein Teil des OCDS-Moduls durch die zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt wird, und die restlichen Komponenten der programmgesteuerten Einheit durch die erste Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden; das erfindungsgemäße Verfahren zeichnet sich dadurch aus, daß das komplette OCDS-Modul oder ein Teil des OCDS-Moduls bereits vor dem Zeitpunkt, zu welchem die restlichen Teile der programmgesteuerten Einheit mit Energie versorgt werden, mit Energie versorgt wird und vom Debugger einen bestimmten Zustand des OCDS-Moduls vorgebende Steuerinformationen zugeführt bekommt.

Dadurch ist es möglich, daß sich das OCDS-Modul bereits bei der Inbetriebnahme der programmgesteuerten Einheit oder äußerst kurze Zeit danach in dem Zustand befindet, in welchem es sich befinden muß, um die programmgesteuerte Einheit im Zusammenwirken mit dem externen Debugger debuggen zu können. Folglich kann bereits bei der Inbetriebnahme der programmgesteuerten Einheit mit dem Debuggen derselben begonnen werden.

Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind den Unteransprüchen, der folgenden Beschreibung und den Figuren entnehmbar.

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen unter Bezugnahme auf die Figuren näher erläutert. Es zeigen

Figur 1 den Aufbau der im folgenden näher beschriebenen Anordnung zum Debuggen einer programmgesteuerten Einheit,

Figur 2 den Aufbau eines OCDS-Moduls, dessen Verwendung eine besonders einfache Realisierung der zu debuggenden programmgesteuerten Einheit ermöglicht, und

- 5 Figur 3 den Aufbau der eingangs beschriebenen herkömmlichen Anordnung zum Debuggen einer programmgesteuerten Einheit.

10 Die im folgenden beschriebene Anordnung weist den selben prinzipiellen Aufbau auf wie die eingangs unter Bezugnahme auf die Figur 3 beschriebene herkömmliche Anordnung. Sofern im folgenden nicht ausdrücklich etwas anderes erwähnt wird, gelten die zur Anordnung gemäß Figur 3 gemachten Ausführungen auch für die im folgenden beschriebenen Anordnungen.

15 Die zu debuggende programmgesteuerte Einheit ist im betrachteten Beispiel ein Mikrocontroller. Es könnte sich aber ebenso um eine beliebige andere programmgesteuerte Einheit wie beispielsweise einen Mikroprozessor oder einen Signal-
20 prozessor handeln.

Die Figur 1 zeigt den prinzipiellen Aufbau der im folgenden beschriebenen Anordnung. Die Komponenten der in der Figur 1 gezeigten Anordnung, die mit in der Figur 3 verwendeten Bezugszeichen bezeichnet sind, sind Komponenten, der den mit diesen Bezugszeichen bezeichneten Komponenten der in der Figur 3 gezeigten Anordnung entsprechen.

30 Demzufolge unterscheidet sich die in der Figur 1 gezeigte Anordnung "nur" durch den Mikrocontroller von der in der Figur 3 gezeigten herkömmlichen Anordnung.

35 Der Mikrocontroller PGEN der in der Figur 1 gezeigten Anordnung weist die Besonderheit auf, daß zumindest Teile des OCDS-Moduls durch eine andere Stromquelle mit Energie versorgt werden als der Rest des Mikrocontrollers.

Der Mikrocontroller PGEN weist hierzu erste Versorgungs-
spannungsanschlüsse IO1 und IO2 zum Anlegen einer ersten
Versorgungsspannung an den Mikrocontroller auf, und zweite
Versorgungsspannungsanschlüsse IO3 und IO4 zum Anlegen einer
5 zweiten Versorgungsspannung an den Mikrocontroller, wobei
durch die zweite Versorgungsspannung das OCDS-Modul oder be-
stimmte Teile desselben mit Energie versorgt werden, und wo-
bei durch die erste Versorgungsspannung die restlichen, Kom-
ponenten des Mikrocontrollers mit Energie versorgt werden.

10

Dadurch, daß das OCDS-Modul und die restlichen Komponenten
des Mikrocontrollers über verschiedene Versorgungsspannungs-
anschlüsse mit Energie versorgt werden, ist es möglich, daß
wahlweise

15

- sowohl das OCDS-Modul als auch die restlichen Komponenten
des Mikrocontrollers mit Energie versorgt werden (Betreiben
des Mikrocontrollers in einem ersten Modus M1), oder

20

- nur das OCDS-Modul mit Energie versorgt wird (Betreiben des
Mikrocontrollers in einem zweiten Modus M2), oder

- nur die restlichen Komponenten des Mikrocontrollers mit
Energie versorgt werden (Betreiben des Mikrocontrollers in
einem dritten Modus M3), oder

- weder das OCDS-Modul noch die restlichen Komponenten des
Mikrocontrollers mit Energie versorgt werden (Betreiben des
Mikrocontrollers in einem vierten Modus M4).

30

Bei der normalen Verwendung des Mikrocontrollers, d.h. wenn
kein Debugger D angeschlossen ist, wird der Mikrocontroller
durch Nicht-Anlegen der zweiten Versorgungsspannung an den
Mikrocontroller im dritten Modus M3 betrieben (wenn die erste
35 Versorgungsspannung anliegt), oder im vierten Modus M4 be-
trieben (wenn auch die erste Versorgungsspannung nicht an-
liegt).

Wenn ein Debuggen des Mikrocontrollers erfolgen soll, wird dieser durch Anlegen der zweiten Versorgungsspannung an den Mikrocontroller im ersten Modus M1 betrieben (wenn auch die
5 erste Versorgungsspannung anliegt), oder im zweiten Modus M2 betrieben (wenn die erste Versorgungsspannung nicht anliegt).

Vorzugsweise ist es so, daß der Teil des Mikrocontrollers, der durch die erste Versorgungsspannung mit Energie versorgt
10 wird, nicht auch durch die zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden kann, und daß der Teil des Mikrocontrollers, der durch die zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt wird, nicht auch durch die erste Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden kann.

15

Die Möglichkeit, den Mikrocontroller wahlweise in einem der vorstehend erwähnten vier Modi zu betreiben, erweist sich in mehrfacher Hinsicht als vorteilhaft.

20 Einer dieser Vorteile besteht darin, daß das OCDS-Modul im normalen Betrieb des Mikrocontrollers, d.h. wenn kein Debugger angeschlossen ist, in einem Modus (Modus M3) betrieben werden kann, in welchem das OCDS-Modul nicht mit Energie versorgt wird, und in welchem der Mikrocontroller folglich einen
25 minimalen Energieverbrauch aufweist.

Der zweite, mindestens ebenso wichtige Vorteil besteht darin, daß der Mikrocontroller so betreibbar ist, daß sich das OCDS-Modul beim Anlegen der ersten Versorgungsspannung an den
30 Mikrocontroller bereits in einem vom Benutzer des Systems vorgegebenen Zustand befinden kann, und folglich unmittelbar nach der Inbetriebnahme des Mikrocontrollers (unmittelbar nach dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung) mit dem Debuggen begonnen werden kann. Das Versetzen des OCDS-Moduls
35 in den Zustand, den es innehaben muß, damit im wesentlichen zeitgleich mit dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung mit dem Debuggen des Mikrocontrollers begonnen werden kann, wird

im folgenden als Sofortstarteinstellung bezeichnet. Daß sich das OCDS-Modul bereits beim Anlegen der ersten Versorgungsspannung in dem vom Benutzer vorgegebenen Zustand befindet, läßt sich erreichen, indem die Sofortstarteinstellung bereits vor dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung erfolgt. Wie lange vor dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung die Sofortstarteinstellung erfolgt, spielt keine Rolle. Wichtig ist nur, daß das OCDS-Modul zwischen der Sofortstarteinstellung und dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung (und selbstverständlich auch noch danach) über die zweite Versorgungsspannung ununterbrochen mit Energie versorgt wird. Es spielt auch keine Rolle, ob die Sofortstarteinstellung in einer Phase erfolgt, in welcher der Mikrocontroller im Modus M1 betrieben wird, oder in einer Phase erfolgt, in welcher der Mikrocontroller im Modus M2 betrieben wird.

Der Vollständigkeit halber sei angemerkt, daß die Teile des Mikrocontrollers, die durch die erste Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden, und die Teile des Mikrocontrollers, die durch die zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden, unabhängig voneinander rücksetzbar sind. Genauer gesagt darf ein Rücksetzen der mit der ersten Versorgungsspannung mit Energie versorgten Teile des Mikrocontrollers nicht auch ein Rücksetzen der mit der zweiten Versorgungsspannung mit Energie versorgten Teile des Mikrocontrollers bewirken, und darf ein Rücksetzen der mit der zweiten Versorgungsspannung mit Energie versorgten Teile des Mikrocontrollers nicht auch ein Rücksetzen der mit der ersten Versorgungsspannung mit Energie versorgten Teile des Mikrocontrollers bewirken.

Vorzugsweise wird das komplette OCDS-Modul durch die zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt. Insbesondere wenn die einzelnen Komponenten des OCDS-Moduls weit über die den Mikrocontroller bildende Schaltung verstreut sind, kann es sich jedoch als vorteilhaft erweisen, wenn nur bestimmte

Teile des OCDS-Moduls über die zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden.

Es ist sogar möglich, daß nur ein im folgenden als Steuer-
5 informationsspeicher bezeichneter Speicher des OCDS-Moduls
über die zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt
wird.

Ein OCDS-Modul, bei welchem dies der Fall ist, ist in Figur 2
10 gezeigt.

Das in der Figur 2 gezeigte OCDS-Modul ist mit dem Bezugs-
zeichen OCDSN bezeichnet und enthält ein herkömmliches OCDS-
Modul OCDS und eine Konfigurationseinrichtung CU zur automa-
15 tischen und selbständigen Konfigurierung des OCDS-Moduls
OCDS. Die Konfigurationseinrichtung CU enthält im betrachte-
ten Beispiel eine Steuereinrichtung CTRL sowie einen Steuer-
informationsspeicher CM.

20 Der Steuerinformationsspeicher CM wird im betrachteten Bei-
spiel durch ein RAM gebildet oder ist Bestandteil eines RAM.
Er könnte aber auch durch einen beliebigen anderen Speicher
gebildet werden.

Als Steuerinformationsspeicher CM könnte auch ein Speicher
oder ein Teil eines Speichers des OCDS-Moduls OCDS verwendet
werden. Insbesondere wenn dafür gesorgt wird, daß der
Steuerinformationsspeicher nur in Phasen beschrieben werden
kann oder darf, in welchen der Mikrocontroller im Modus M2
30 betrieben wird, kann als Steuerinformationsspeicher ein Spei-
cher verwendet werden, der während des Debuggens, also in
Modus-M1-Phasen, für andere Zwecke verwendet wird. Die zu-
sätzliche Verwendung eines im OCDS-Modul ohnehin vorhandenen
Speichers als Steuerinformationsspeicher hat den positiven
35 Effekt, daß zur Realisierung des Steuerinformationsspeichers
kein zusätzlicher Speicher oder Speicherbereich vorgesehen
werden muß.

Im Steuerinformationsspeicher CM werden Steuerinformationen gespeichert, unter Verwendung welcher das OCDS-Modul OCDS beim Übergang vom Modus-M2-Betrieb des Mikrocontrollers auf
5 den Modus-M1-Betrieb in den Zustand versetzt wird, den es innehaben muß, damit im wesentlichen zeitgleich mit der Inbetriebnahme des Mikrocontrollers mit dem Debuggen des- selben begonnen werden kann.

10 Die im Steuerinformationsspeicher CM gespeicherten Steuer-
informationen werden durch den Debugger in den Steuer-
informationsspeicher geschrieben.

Das Einschreiben der Steuerinformationen in den Steuerinfor-
15 mationsspeicher CM bewirkt kein sofortiges Versetzen des OCDS-Moduls in den durch die Steuerinformationen vorgegebenen Zustand.

Das Versetzen des OCDS-Moduls in den durch die Steuerinforma-
20 tionen vorgegebenen Zustand erfolgt erst zu einem späteren Zeitpunkt, genauer gesagt erst zu dem Zeitpunkt, zu dem der Mikrocontroller von einem Zustand, in welchem ihm keine erste Versorgungsspannung zugeführt wurde, in einen Zustand ge-
langt, in welchem ihm die erste Versorgungsspannung zugeführt
25 wird.

Dadurch ist es möglich, daß vom OCDS-Modul OCDSN nur der Steuerinformationsspeicher CM durch die zweite Versorgungs-
spannung mit Energie versorgt wird, und daß die restlichen
30 Komponenten des OCDS-Moduls OCDSN durch die erste Versor-
gungsspannung mit Energie versorgt werden.

In diesem Fall befindet sich das OCDS-Modul OCDSN zwar noch nicht schon beim Anlegen der ersten Versorgungsspannung an
35 den Mikrocontroller in dem durch die Steuerinformationen vor-
gegebenen Zustand, doch kann im wesentlichen zeitgleich mit dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung mit dem Versetzen

des OCDS-Moduls in diesen Zustand begonnen werden, wodurch äußerst kurze Zeit nach dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung mit dem Debuggen begonnen werden kann.

- 5 Genau genommen ist es so, daß mit dem Versetzen des OCDS-Moduls in den durch die Steuerinformationen vorgegebenen Zustand nicht schon mit dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung an den Mikrocontroller begonnen wird, sondern erst kurz danach, genauer gesagt erst nach dem Rücksetzen (Power
10 On Reset) des durch die erste Versorgungsspannung mit Energie versorgten Teils des Mikrocontrollers. Der Einfachheit halber wird der Zeitpunkt, zu dem mit dem Versetzen des OCDS-Moduls in den durch die Steuerinformationen vorgegebenen Zustand begonnen wird, im folgenden aber dennoch als der Zeitpunkt des
15 Anlegens der ersten Versorgungsspannung an den Mikrocontroller bezeichnet.

Das Versetzen des OCDS-Moduls in den durch die Steuerinformationen vorgegebenen Zustand wird wie folgt durchgeführt:

- 20 Zunächst, d.h. bereits vor dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung schreibt der Debugger die Steuerinformationen, unter Verwendung welcher das OCDS-Modul beim Anlegen der ersten Versorgungsspannung zu konfigurieren ist, in den Steuerinformationsspeicher. Wie lange vor dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung dies geschieht, spielt keine Rolle. Wichtig ist nur, daß der Steuerinformationsspeicher CM zwischen dem Beginn des Einschreibens der Steuerinformationen in den Steuerinformationsspeicher und dem Ende der Konfiguration des
30 OCDS-Moduls unter Verwendung dieser Daten (und selbstverständlich auch noch danach) über die zweite Versorgungsspannung ununterbrochen mit Energie versorgt wird. Es spielt auch keine Rolle, ob das Einschreiben der Steuerinformationen in den Steuerinformationsspeicher in einer Phase erfolgt, in
35 welcher der Mikrocontroller im Modus M1 betrieben wird, oder in einer Phase erfolgt, in welcher der Mikrocontroller im Modus M2 betrieben wird.

Wie vorstehend bereits erwähnt wurde, wird durch das Einschreiben der Steuerinformationen in den Steuerinformationsspeicher noch keine Konfiguration des OCDS-Moduls bewirkt.

- 5 Die Konfiguration des OCDS-Moduls unter Verwendung dieser Daten erfolgt erst bei der nächsten Inbetriebnahme der Steuereinrichtung CTRL, also dann, wenn das nächste Mal die erste Versorgungsspannung an den Mikrocontroller angelegt wird, genauer gesagt beim nächsten Übergang vom Modus-M2-
10 Betrieb in den Modus-M1-Betrieb des Mikrocontrollers.

- Das Versetzen des OCDS-Moduls in den durch die Steuerinformationen vorgegebenen Zustand wird durch die vorstehend bereits erwähnte Steuereinrichtung CTRL der Konfigurationseinrichtung
15 CU durchgeführt.

- Beim Anlegen der ersten Versorgungsspannung an den Mikrocontroller werden auch die bis dahin noch nicht mit Energie versorgten Teile des Mikrocontroller, unter anderem also auch
20 die Steuereinrichtung CTRL mit Energie versorgt.

- Die Steuereinrichtung CTRL überprüft daraufhin, genauer gesagt nach dem Power on Reset der durch die erste Versorgungsspannung mit Energie versorgten Teile des Mikrocontrollers, ob im Steuerinformationsspeicher Steuerinformationen gespeichert sind, unter Verwendung welcher das OCDS-Modul zu konfigurieren ist. Diese Überprüfung erfolgt dadurch, daß die Steuereinrichtung überprüft, ob an einer bestimmten Stelle innerhalb des Steuerinformationsspeichers ein bestimmter Wert
30 gespeichert ist. Wenn dies nicht der Fall ist, nimmt die Steuereinrichtung keine Konfiguration des OCDS-Moduls vor. Anderenfalls konfiguriert die Steuereinrichtung das OCDS-Modul unter Verwendung der im Steuerinformationsspeicher gespeicherten Steuerinformationen.

- 35 Da sämtliche Daten, die zur Konfiguration des OCDS-Moduls benötigt werden, im Steuerinformationsspeicher gespeichert

sind, ist während der Konfiguration kein Datenaustausch zwischen dem Mikrocontroller und dem Debugger erforderlich, so daß die Konfiguration des OCDS-Moduls im wesentlichen zeitgleich mit dem Anlegen der ersten Versorgungsspannung an den Mikrocontroller begonnen und innerhalb kürzester Zeit abgeschlossen werden kann.

Die Steuereinrichtung CTRL kann durch eine Logik, genauer gesagt durch eine state machine gebildet werden, welche nach der vorstehend erwähnten Überprüfung die im Steuerinformationsspeicher gespeicherten Daten an zugeordnete Stellen innerhalb des OCDS-Moduls transferiert.

Bei der Steuereinrichtung CTRL kann es sich aber auch um eine CPU handeln, welche ein Programm ausführt, durch das die im Steuerinformationsspeicher gespeicherten Daten an zugeordnete Stellen innerhalb des OCDS-Moduls transferiert werden.

Bei der Steuereinrichtung CTRL kann es sich aber auch um eine CPU handeln, welche den Steuerinformationsspeicher als Programmspeicher verwendet und das durch die Steuerinformationen repräsentierte Programm ausführt.

Sofern das OCDS-Modul eine CPU enthält, kann auch diese CPU als die Steuereinrichtung CTRL verwendet werden.

Die vorstehend beschriebene programmgesteuerte Einheit ermöglicht es unabhängig von den Einzelheiten der praktischen Realisierung, daß bereits unmittelbar nach der Inbetriebnahme der programmgesteuerten Einheit oder sehr kurze Zeit danach mit dem Debuggen der programmgesteuerten Einheit begonnen werden kann.

Patentansprüche

1. Programmgesteuerte Einheit (1) mit einem OCDS-Modul (11),
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die programmgesteuerte Einheit erste Versorgungs-
spannungsanschlüsse zum Anlegen einer ersten Versorgungs-
spannung an die programmgesteuerte Einheit, und zweite
Versorgungsspannungsanschlüsse zum Anlegen einer zweiten
10 Versorgungsspannung an die programmgesteuerte Einheit auf-
weist, und daß das komplette OCDS-Modul oder ein Teil des
OCDS-Moduls durch die zweite Versorgungsspannung mit Energie
versorgt wird, und die restlichen Komponenten der programm-
gesteuerten Einheit durch die erste Versorgungsspannung mit
15 Energie versorgt werden.
2. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Teil der programmgesteuerten Einheit, der durch die
20 erste Versorgungsspannung mit Energie versorgt wird, nicht
auch durch die zweite Versorgungsspannung mit Energie ver-
sorgt werden kann.
3. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 1,
25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Teil der programmgesteuerten Einheit, der durch die
zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt wird, nicht
auch durch die erste Versorgungsspannung mit Energie versorgt
werden kann.
30
4. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 1,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß an die programmgesteuerte Einheit ein externer Debugger
anschließbar ist, und daß der Debugger im Zusammenwirken mit
35 dem OCDS-Modul in der Lage ist, von der programmgesteuerten
Einheit ausgeführte Programme zu debuggen.

5. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 4,
dadurch gekennzeichnet,
daß das OCDS-Modul durch den Debugger steuerbar ist, und daß
es von der Ansteuerung des OCDS-Moduls durch den Debugger ab-
5 hängt, welche Aktionen das OCDS-Modul ausführt.

6. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß der Teil der programmgesteuerten Einheit, der durch die
10 zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt wird, die
Komponenten des OCDS-Moduls umfaßt, deren Zustand von der
Ansteuerung durch den Debugger abhängt.

7. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 6,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß der Teil der programmgesteuerten Einheit, der durch die
zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt wird, aus-
schließlich Komponenten des OCDS-Moduls umfaßt, deren Zustand
von der Ansteuerung durch den Debugger abhängt.

20 8. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 5,
dadurch gekennzeichnet,
daß die programmgesteuerte Einheit eine Steuereinrichtung
enthält, durch welche das OCDS-Modul in einen vom Debugger
5 vorgegebenen Zustand versetzbar ist.

9. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,
daß das durch die Steuereinrichtung erfolgende Versetzen des
30 OCDS-Moduls in den vom Debugger vorgegebenen Zustand unter
Berücksichtigung von in einem Steuerinformationsspeicher ge-
speicherten Steuerinformationen erfolgt.

10. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 9,
35 dadurch gekennzeichnet,
daß der Steuerinformationsspeicher durch den Debugger be-
schreibbar ist.

11. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 9,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Teile der programmgesteuerten Einheit, die durch die
5 zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden, den
Steuerinformationsspeicher umfassen.
12. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
10 daß die Teile der programmgesteuerten Einheit, die durch die
zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden, aus-
schließlich den Steuerinformationsspeicher umfassen.
13. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 8,
15 dadurch gekennzeichnet,
daß die Steuereinrichtung nach dem Anlegen der ersten Versor-
gungsspannung an die programmgesteuerte Einheit überprüft, ob
der Steuerinformationsspeicher Daten enthält, unter Verwen-
dung welcher das OCDS-Modul in einen anderen Zustand zu ver-
20 setzen ist.
14. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 13,
dadurch gekennzeichnet,
daß die Überprüfung dadurch erfolgt, daß die Steuereinrich-
5 tung überprüft, ob an einer bestimmten Stelle innerhalb der
Steuerinformationsspeichers ein bestimmter Wert gespeichert
ist.
15. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 13,
30 dadurch gekennzeichnet,
daß die Steuereinrichtung dann, wenn die Überprüfung ergibt,
daß das OCDS-Modul in einen anderen Zustand zu versetzen ist,
das OCDS-Modul in den durch den Inhalt des Steuerinforma-
tionsspeichers vorgegebenen Zustand versetzt.
- 35 16. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 8,
dadurch gekennzeichnet,

daß die Steuereinrichtung durch eine State Machine oder eine CPU gebildet wird, welche die im Steuerinformationsspeicher gespeicherten Daten an zugeordnete Stellen innerhalb des OCDS-Moduls transferiert.

5

17. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 8, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß die Steuereinrichtung durch eine CPU gebildet wird, welche den Steuerinformationsspeicher als Programmspeicher verwendet und das durch den Inhalt des Steuerinformationsspeichers repräsentierte Programm ausführt.

10

18. Programmgesteuerte Einheit nach Anspruch 9, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß der Steuerinformationsspeicher durch einen flüchtigen Speicher gebildet wird.

15

19. Verfahren zum Debuggen von Programmen, die durch eine programmgesteuerte Einheit ausgeführt werden, welche ein OCDS-Modul enthält und mit einem externen Debugger verbunden ist, wobei das OCDS-Modul durch den Debugger steuerbar ist, und wobei es von der Ansteuerung des OCDS-Moduls durch den Debugger abhängt, welche Aktionen das OCDS-Modul ausführt, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das komplette OCDS-Modul oder ein Teil des OCDS-Moduls bereits vor dem Zeitpunkt, zu welchem die restlichen Teile der programmgesteuerten Einheit mit Energie versorgt werden, mit Energie versorgt wird und vom Debugger einen bestimmten Zustand des OCDS-Moduls vorgebende Steuerinformationen zugeführt bekommt.

30

20. Verfahren nach Anspruch 19, d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , daß das OCDS-Modul sofort in den durch die Steuerinformationen vorgegebenen Zustand versetzt wird.

35

20. Verfahren nach Anspruch 19,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Steuerinformationen in einen im OCDS-Modul vorhande-
nen Steuerinformationsspeicher geschrieben werden, und daß
das OCDS-Modul erst nach dem Versorgen der restlichen Teile
5 der programmgesteuerten Einheit mit Energie in den durch die
Steuerinformationen vorgegebenen Zustand versetzt wird.

21. Verfahren nach Anspruch 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
10 daß das Versetzen des OCDS-Moduls in den durch die Steuer-
informationen vorgegebenen Zustand automatisch unmittelbar
nach dem Beginn der Versorgung der restlichen Teile der pro-
grammgesteuerten Einheit mit Energie durchgeführt wird.

15 22. Verfahren nach Anspruch 21,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß vor dem Versetzen des OCDS-Moduls in einen anderen Zu-
stand überprüft wird, ob im Steuerinformationsspeicher gülti-
ge Steuerinformationen gespeichert sind.

20 23. Verfahren nach Anspruch 22,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß die Überprüfung dadurch erfolgt, daß überprüft wird, ob
an einer bestimmten Stelle innerhalb des Steuerinformations-
speichers ein bestimmter Wert gespeichert ist.

24. Verfahren nach Anspruch 20,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß der Steuerinformationsspeicher der Teil des OCDS-Moduls
30 ist, der bereits vor dem Zeitpunkt, zu welchem die restlichen
Teile der programmgesteuerten Einheit mit Energie versorgt
werden, mit Energie versorgt wird.

Zusammenfassung

Programmgesteuerte Einheit und Verfahren zum Debuggen von von einer programmgesteuerten Einheit ausgeführten Programmen

5

Die beschriebene programmgesteuerte Einheit zeichnet sich dadurch aus, daß sie erste Versorgungsspannungsanschlüsse zum Anlegen einer ersten Versorgungsspannung an die programmgesteuerte Einheit, und zweite Versorgungsspannungsanschlüsse zum Anlegen einer zweiten Versorgungsspannung an die programmgesteuerte Einheit aufweist, und daß das komplette OCDS-Modul oder ein Teil des OCDS-Moduls durch die zweite Versorgungsspannung mit Energie versorgt wird, und die restlichen Komponenten der programmgesteuerten Einheit durch die erste Versorgungsspannung mit Energie versorgt werden. Dadurch kann das komplette OCDS-Modul oder ein Teil des OCDS-Moduls bereits vor dem Zeitpunkt, zu welchem die restlichen Teile der programmgesteuerten Einheit mit Energie versorgt werden, mit Energie versorgt werden und von einem Debugger einen bestimmten Zustand des OCDS-Moduls vorgebende Steuerinformationen zugeführt bekommen.

Figur 1

